

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2002 年 8 月 15 日 (15.08.2002)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/063065 A1

(51) 国際特許分類: C23C 16/455, H01L 21/285

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/01110

(22) 国際出願日: 2002 年 2 月 8 日 (08.02.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2001-34520 2001 年 2 月 9 日 (09.02.2001) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)  
[JP/JP]; 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).市 穂坂町三ツ沢 650 番地 東京エレクトロン  
エイ・ティー株式会社内 Yamanashi (JP). 掛川 崇  
(KAKEGAWA, Takashi) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県  
穂坂町三ツ沢 650 番地 東京エレクトロン  
エイ・ティー株式会社内 Yamanashi (JP).(74) 代理人: 吉武 賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒  
100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富  
士ビル 323 号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): KR, US.

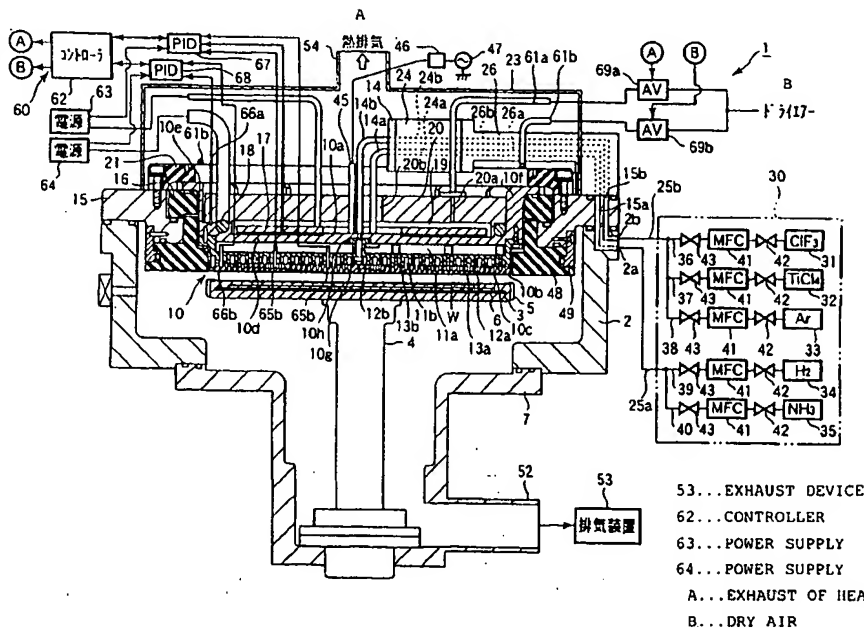
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河西 繁  
(KASAI, Shigeru) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 穂崎2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: FILM FORMING DEVICE

(54) 発明の名称: 成膜装置



(57) Abstract: A film forming device, characterized by comprising a treatment container specifying a chamber, a loading table installed in the chamber and allowing a treated substrate to be loaded thereon, a shower head installed opposite to the loading table and having a large number of gas discharge holes, a gas feeding mechanism for feeding treatment gas into the chamber through the shower head, and a shower head temperature control means for controlling the temperature of the shower head.



---

(57) 要約:

本発明の成膜装置は、チャンバーを規定する処理容器と、前記チャンバー内に設置され、被処理基板が載置され得る載置台と、前記載置台に対向して設けられ、多数のガス吐出穴を有するシャワーヘッドと、前記シャワーヘッドを介して、前記チャンバー内に処理ガスを供給するガス供給機構と、前記シャワーヘッドの温度を制御するシャワーヘッド温度制御手段と、を備えたことを特徴とする成膜装置である。

## 明 細 書

## 成膜装置

## 技 術 分 野

本発明は、化学的蒸着（CVD）によって被処理基板に対して所定の薄膜を形成する成膜装置に関する。

## 背 景 技 術

半導体製造工程においては、被処理体である半導体ウエハに形成された配線間のホールを埋め込むために、あるいはバリア層として、Ti、Al、Cu等の金属や、WSi、TiN、TiSi等の金属化合物を堆積させて薄膜を形成している。

従来、これら金属や金属化合物の薄膜は物理的蒸着（PVD）を用いて成膜されていた。しかし、最近ではデバイスの微細化および高集積化が要求され、デザインルールが特に厳しくなっている。このため、埋め込み性の悪いPVDでは十分な特性を得ることが困難である。そこで、このような薄膜は、より良質の膜を形成することが期待できるCVDで成膜され始めている。

従来のCVD成膜装置として、Ti成膜用のものを例として説明する。当該Ti成膜用のCVD成膜装置では、ヒーターを有するチャンバー内に、ヒーターを内蔵した半導体ウエハ載置用ステージが配置されている。ステージの上方には、処理ガス吐出用のシャワーヘッドがステージに対向するように設けられている。チャンバーは、所定温度に加熱され、かつ、チャンバー内は所定の真空度とされる。そして、ステージ上に載置された半導体ウエハが所定の温度に加熱されつつ、シャワーヘッドからはTiCl<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>等の処理ガスが供給される。更に、シャワーヘッドには高周波電力が供給されて、これらのガスがプラズマ化される。これにより、成膜処理が行われる。

しかしながら、近時、半導体ウエハが300mmと大型化されつつある。このため、成膜装置も大型化する必要がある。それにとまって、以下のような問題

点が顕在化するに至っている。

ステージに対向して設けられたシャワーヘッドは、ステージ内のヒーターが昇温された際に、その輻射熱によって加熱される。しかし、装置が大型化すると、シャワーヘッドも大型化してその熱容量が大きくなるため、昇温時に温度が安定するまでにより長時間を要する。つまり、スループットが悪くなる。シャワーヘッドの温度、つまり、シャワーヘッドの表面の温度が安定しないで処理すると、均一処理がなされない。また、従来のシャワーヘッドは、処理時の温度安定性を確保するために、断熱性の高い構造となっている。このため、シャワーヘッドが大型化すると、例えばクリーニング時に所定の温度まで降温する際にも、やはり極めて長時間を要する。高温の状態でクリーニングすると、シャワーヘッド部材にダメージを与える。

また、アイドリングの際には、シャワーヘッドの温度を所定温度に保持するため、ステージ温度を処理時よりも高く設定する必要があった。これについて、詳細に説明する。従来は、プラズマ処理すると、プラズマによりチャンバ内の部材の温度が上がる。特にシャワーヘッド表面は、ウエハ面と対向してプラズマに晒される面積が大きいため、温度が高くなり易い。しかし、アイドリングやクリーニングの後に成膜すると、ウエハ一枚目を成膜した際、成膜レートが低い場合がある。これは、シャワーの温度が低いためであると考えられる。つまり、通常の成膜時には500度程度の温度が、20～30度程度低下してしまっていると考えられる。これを防止するために、アイドリングやクリーニングの際には、ステージ温度を成膜温度以上に設定する必要があった。

さらに、従来は、シャワーヘッドのメンテナンスの際、シャワーヘッドを含む上蓋を90度以下の角度で開けて、シャワーヘッドの取り外し等を行っていた。しかし、成膜装置の大型化に伴ってシャワーヘッドが重量化または大型化すると、このような従来方法でシャワーヘッドのメンテナンスを行うことが困難である。

### 発 明 の 要 旨

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、シャワーヘッドを短時間で所望の温度にすることができ、かつ、シャワーヘッドの温度安定性が高い成膜

装置を提供すること、および、シャワーヘッドのメンテナンスが容易に行える成膜装置を提供することを目的とする。

本発明は、チャンバーを規定する処理容器と、前記チャンバー内に設置され、被処理基板が載置され得る載置台と、前記載置台に対向して設けられ、多数のガス吐出穴を有するシャワーヘッドと、前記シャワーヘッドを介して、前記チャンバー内に処理ガスを供給するガス供給機構と、前記シャワーヘッドの温度を制御するシャワーヘッド温度制御手段と、を備えたことを特徴とする成膜装置である。

本発明によれば、シャワーヘッドに温度制御手段が設けられたので、シャワーヘッドの加熱の際に、積極的にシャワーヘッドを所望の温度に制御することができる。従って、大型の装置であっても、シャワーヘッドの昇温および降温を短時間で行うことができる。また、シャワーヘッドを積極的に温度制御することができることにより、シャワーヘッドの温度安定性を高めることもできる。

さらに、例えばTiの成膜装置の場合、被処理基板への処理前のシャワーヘッド等へプリコートを形成する際や、被処理基板へ成膜する際に、シャワーヘッド表面にも成膜される。この際に、安定した膜をシャワーヘッド表面に成膜させるのに、中間反応で生じる $TiCl_x$ を揮発させる必要がある。このため、シャワーヘッドは $425^{\circ}C$ 以上、特に $500^{\circ}C$ 以上、に昇温される必要がある。従来の技術では、シャワーヘッドの昇温に長時間を要したり、シャワーヘッドが所望の温度になっていることが不明であるため、安定した膜を生成し得ない場合も生じていた。しかし、シャワーヘッドに温度制御手段を設けることにより、成膜やプリコートの際にシャワーヘッドを所望温度に制御することができ、安定した膜をシャワーヘッドに確実に形成することができる。これにより、最初の成膜を安定して行うことができる。

好ましくは、前記処理容器は、真空引き可能に構成されている。

また、好ましくは、前記成膜装置は、前記載置台を加熱する加熱手段を更に備えている。

また、好ましくは、前記シャワーヘッドは、ガス吐出穴が現れている面を含むチャンバー内部分と、チャンバー外の大気と接触している大気側部分と、を有しており、前記シャワーヘッド温度制御手段は、前記大気側部分に設けられている。

この場合、前記シャワーヘッド温度制御手段を大気雰囲気に取り扱うことができる。

また、好ましくは、前記成膜装置は、前記チャンバーを加熱する第2加熱手段を更に備えている。

また、好ましくは、前記シャワーヘッド温度制御手段は、前記シャワーヘッドを加熱する加熱機構と、前記シャワーヘッドを冷却する冷却機構と、前記シャワーヘッドの温度を検出する温度検出機構と、前記温度検出機構の検出結果に基づいて少なくとも前記加熱機構を制御するコントローラと、を有する。

この場合、昇温及び降温のいずれの場合にも、シャワーヘッドを迅速に所望の温度にすることが可能である。

また、この場合、更に好ましくは、前記加熱機構は、前記シャワーヘッドの内側部分を加熱する内側ヒータと、前記シャワーヘッドの外側部分を加熱する外側ヒータと、を有し、前記温度検出機構は、前記内側部分の温度を検出する内側温度検出部と、前記外側部分の温度を検出する外側温度検出部と、を有する。

この場合、更に好ましくは、前記コントローラは、前記内側温度検出部の検出値が設定温度になるように内側ヒータを制御すると共に、前記内側温度検出部の検出値と前記外側温度検出部の検出値との差がゼロになるように外側ヒータを制御するようになっている。

この場合、シャワーヘッドの外側部分からの熱の散逸を抑制することができるため、より高精度の温度制御を実現することができる。

また、好ましくは、前記シャワーヘッドの前記チャンバーと反対側の面には、断熱部材が配置されている。

この場合、処理中におけるシャワーヘッドからの熱の散逸を有効に抑制することができる。

また、好ましくは、前記シャワーヘッドは、シャワーヘッド本体と、シャワーヘッド本体の外周上方に連続する環状の支持部と、を有し、前記支持部は、リブ構造を有している。

この場合、支持部のリブ構造以外の部分を薄くすることができるため、支持部からの熱の散逸を少なくすることができる。これにより、温度制御性をより高め

ることができる。

この場合、更に好ましくは、前記シャワーヘッド本体の上方であって、前記支持部の内側には、断熱材が配置されている。

また、好ましくは、前記シャワーヘッドと前記処理容器との間には、環状の充填部材と、当該充填部材を前記シャワーヘッドまたは前記処理容器に固定するための固定部材と、が配置されている。

この場合、更に好ましくは、前記充填部材と前記固定部材との間に弾性部材が介在される。この場合、充填部材として石英やセラミックス等を使用する場合であっても、それらの破損を防止することができる。また、当該弾性部材により、前記充填部材と前記固定部材との隙間を均等にすることができる。

また、好ましくは、前記成膜装置は、前記チャンバー内で処理ガスのプラズマを生成するためのプラズマ生成手段を更に備えている。

また、好ましくは、前記成膜装置は、前記シャワーヘッドを前記チャンバーの外側へと旋回させて反転させる反転機構を更に備えている。

この場合、シャワーヘッドは、前記チャンバーの外側へと旋回されて反転されることにより、ほぼ完全にチャンバー外へ出され得る。これにより、シャワーヘッドのメンテナンスを極めて容易に行うことが可能となる。

また、本発明は、チャンバーを規定する処理容器と、前記チャンバー内に設置され、被処理基板が載置され得る載置台と、前記載置台に対向して設けられ、多数のガス吐出穴を有するシャワーヘッドと、前記シャワーヘッドを介して、前記チャンバー内に処理ガスを供給するガス供給機構と、前記シャワーヘッドを前記チャンバーの外側へと旋回させて反転させる反転機構と、を備えたことを特徴とする成膜装置である。

本発明によれば、シャワーヘッドが、チャンバーの外側へと旋回されて反転されることにより、ほぼ完全にチャンバー外へ出され得る。これにより、シャワーヘッドのメンテナンスを極めて容易に行うことが可能となる。

好ましくは、前記シャワーヘッドと前記処理容器との間には、環状の充填部材と、当該充填部材を前記シャワーヘッドまたは前記処理容器に固定するための固定部材と、が配置されている。

この場合、更に好ましくは、前記充填部材と前記固定部材との間に弾性部材が介在される。この場合、充填部材として石英やセラミックス等を使用する場合であっても、それらの破損を防止することができる。また、当該弾性部材により、前記充填部材と前記固定部材との隙間を均等にすることができる。

更に好ましくは、前記固定部材は、前記シャワーヘッドを反転させた状態で、外側へ取り外し可能であり、前記充填部材は、前記固定部材が外側へ取り外された状態で、上方に取り外し可能である。

### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施形態に係る CVD 成膜装置を示す断面図である。

図 2 は、本発明の一実施形態に係る CVD 成膜装置のシャワーヘッド上部を示す平面図である。

図 3 は、図 1 の装置のフィラー部分を拡大して示す断面図である。

図 4 は、図 1 の装置の温度制御手段のうち、加熱機構に相当する部分を示す模式図である。

図 5 は、図 1 の装置の温度制御手段により加熱制御する場合の好ましい制御態様を示す図である。

図 6 は、図 1 の装置のシャワーヘッドを反転機構により反転させた状態を示す断面図である。

図 7 は、図 1 の装置のシャワーヘッドの拡大図である。

図 8 は、図 7 の A-A 線断面図である。

図 9 は、図 7 の B-B 線断面図である。

図 10 は、ガス拡散促進用パイプが設けられた場合の下段プレートを示す平面図である。

図 11 は、図 10 の下段プレート及びガス拡散促進用パイプに中段プレートを取り付けた状態の断面図である。

図 12 は、図 4 の加熱機構に相当する部分の変形例を示す模式図である。

図 13 は、図 5 の制御態様の変形例を示す図である。

図 14 は、本発明の他の実施形態に係る CVD 成膜装置を示す断面図である。



図15は、図3のフィラー部分の変形例を示す断面図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施形態のTi薄膜形成用のCVD成膜装置が、具体的に説明される。

図1は、本発明の一実施形態に係るTi薄膜形成用のCVD成膜装置を示す断面図であり、図2は、図1のCVD成膜装置のシャワーヘッド上部を示す平面図である。この成膜装置1は、気密に構成された略円筒状あるいは箱状のチャンバー2を有している。チャンバー2の中には、被処理体である半導体ウェハWを水平に載置するためのステージ3が設けられている。チャンバー2の底部中央には、下方に突出するステージ保持部材7がシールリングを介して取り付けられている。ステージ3の底面に接合された円筒形状の支持部材4が、ステージ保持部材7に対して固定されている。チャンバー2及びステージ保持部材7は、図示しない加熱機構を有している。当該加熱機構が、図示しない電源から給電されることにより、チャンバー2及びステージ保持部材7は所定の温度に加熱される。

ステージ3の外縁部には、プラズマの生成を安定させるリング5が設けられている。また、ステージ3内には、ヒーター6が埋め込まれている。このヒーター6が図示しない電源から給電されることにより、ステージ3上に載置される被処理体である半導体ウェハWが所定の温度に加熱される。

チャンバー2の上部には、ステージ3に対向するように、シャワーヘッド10が設けられている。このシャワーヘッド10は、上段プレート10a、中段プレート10b、及び、下段プレート10cを有している。シャワーヘッド10の平面形状は円形である。

上段プレート10aは、中段プレート10bおよび下段プレート10cとともにシャワーヘッド本体部分を構成する水平部10dと、この水平部10dの外周上方に連続する環状の支持部10eと、を有している。上段プレート10aは、全体に凹状である。この支持部10eの内側には、図1および図2に示すように、シャワーヘッド10の中心に向かって等間隔にリブ10fが配置されている。リブ10fが形成されたことにより、支持部10eの熱変形に対する強度や支持部

10 eの支持強度が高められる一方で、支持部10 eの他の部分の肉厚を薄くすることができる。これにより、シャワーヘッド10からの熱の散逸を抑制することができる。

好ましくは、リブ10 fは、中心に向かって5 mm以上、特に10 mm以上が突出している。また、好ましくは、リブ10 fの幅は、2 mm以上、特に5 mm以上である。また、好ましくは、リブ10 fは等間隔に設けられる。

上段プレート10 aは、ベース部材として機能する。この上段プレート10 aの水平部10 dの外周の下部に、環状に形成された凹状の中段プレート10 bの外周の上部がネジ止めされている。また、中段プレート10 bの下面に、下段プレート10 cの上面がネジ止めされている。上段プレート10 aの水平部10 dの下面と凹部を有する中段プレート10 bの上面との間に空間11 aが気密に形成されている。中段プレート10 bの下面には、複数の溝が放射状に均等に形成されている。中段プレート10 bと下段プレート10 cとも気密に接合され、中段プレート10 bの下面に形成された複数の溝と下段プレート10 cの上面との間に空間11 bが形成されている。中段プレート10 bには、空間11 aから中段プレート10 bに形成される複数の孔を介して下段プレート10 cへ向けて貫通する多数の第1 ガス通路12 aと、空間11 aには連通せず空間11 bと連通する第2 ガス通路12 bと、が形成されている。下段プレート10 cには、第1 ガス通路12 aに連通する多数の第1 ガス吐出孔13 aと、空間11 bに連通する多数の第2 ガス吐出孔13 bと、が形成されている。

ここで、中段プレート10 bに形成される第1 ガス通路12 aの内径は、例えば0.5~3 mm、好ましくは1.0~2.0 mmである。また、下段プレートに形成される第1 ガス吐出孔13 aの内径は、2段構造となっており、空間11 a側が例えば $\phi$ 1.0~3.5 mm、好ましくは $\phi$ 1.2~2.3 mmであって、下面の開口側が例えば $\phi$ 0.3~1.0 mm、好ましくは $\phi$ 0.5~0.7 mmとなっている。

上段プレート10 aの上面には、第1 ガス導入管14 aと第2 ガス導入管14 bとが接続されている。そして、第1 ガス導入管14 aは空間11 aに連通しており、第2 ガス導入管14 bは中段プレート10 bの第2 ガス通路12 b及び空

間 1 1 b に連通している。したがって、第 1 ガス導入管 1 4 a から導入されるガスは、空間 1 1 a 及び第 1 ガス通路 1 2 a を通って、第 1 ガス吐出孔 1 3 a から吐出される。一方、第 2 ガス導入管 1 4 b から導入されるガスは、第 2 ガス通路 1 2 b を通って空間 1 1 b へ導入され、第 2 ガス吐出孔 1 3 b から吐出される。すなわち、シャワーヘッド 1 0 は、第 1 導入管 1 4 a から供給されるガスと第 2 導入管 1 4 b から供給されるガスとが独立してチャンバー 2 内に供給されるマトリックスタイプとなっている。つまり、第 1 導入管 1 4 a から供給されるガスと第 2 導入管 1 4 b から供給されるガスとは、シャワーヘッド 1 0 内で混合されなくて、別々に供給される。

ここで、図 7 は、図 1 のシャワーヘッド 1 0 の拡大図である。図 1 及び図 7 に示すように、第 2 の処理ガスを導入する第 2 ガス導入管 1 4 b との接続部を取り囲む上段プレート 1 0 a の部分の下面と中段プレート 1 0 b の第 2 ガス通路 1 2 b を形成する部分のフランジ 1 0 g との間に、シールリング 1 0 h を介装させることができる。これにより、第 1 ガス導入管 1 4 a 及び第 2 ガス導入管 1 4 b から供給される各々のガスが混合することをより確実に防止することができる。

図 7 の A-A 線断面図を図 8 に、図 7 の B-B 線断面図を図 9 に示す。図 7 及び図 8 において、1 0 1 はボルトである。ボルト 1 0 1 は、中段プレート 1 0 b と下段プレート 1 0 c とを締結している。図 9 における矢印は、第 2 ガス通路 1 2 b から空間 1 1 b 内に供給されるガスの流れの方向を示している。

図 7 及び図 9 に示すように、第 2 ガス通路 1 2 b の下端の左右には、ガス放出口としてのスリット 2 1 2 b が形成されている。スリット 2 1 2 b が形成される方向は、左右でなく、上下であってもよいし、斜め方向であってもよい。また、スリット 2 1 2 b の代わりに、放出孔が形成されてもよい。放出孔の径は、1.0 ~ 3.0 mm、特には 2.0 mm が好ましい。放出孔の個数も、任意である。

一方、図 1 に示すように、上段プレート 1 0 a に接続された第 1 ガス導入管 1 4 a および第 2 ガス導入管 1 4 b の基端には、フランジ 1 4 が共通に溶接されている。フランジ 1 4 には、第 1 ガス通路 2 4 a および第 2 ガス通路 2 4 b を有する絶縁部材 2 4 が接続されている。絶縁部材 2 4 の他方には、第 1 ガス通路 2 6 a および第 2 ガス通路 2 6 b を有するガス導入部材 2 6 が接続されている、そし

て、ガス導入部材 26 は、蓋部材 15 の上面に接続されている。蓋部材 15 およびチャンバー 2 は、それぞれ、第 1 ガス通路 15 a, 2 a および第 2 ガス通路 15 b, 2 b を有している。フランジ 14 からチャンバー 2 までの第 1 ガス通路 24 a, 26 a, 15 a, 2 a、及び、第 2 ガス通路 24 b, 26 b, 15 b, 2 b は、それぞれ一連に連通しており、接続部には O リング等のシールリングが介装されている。また、第 1 ガス配管 25 a がチャンバー 2 の第 1 ガス通路 2 a に接続され、第 2 ガス配管 25 b が第 2 ガス通路 2 b に接続されている。ガス配管 25 a, 25 b の基端には、ガス供給部 30 が接続されている。

ガス供給部 30 は、クリーニングガスである  $\text{ClF}_3$  ガスを供給する  $\text{ClF}_3$  ガス源 31、成膜ガスである  $\text{TiCl}_4$  ガスを供給する  $\text{TiCl}_4$  ガス源 32、キャリアガスである Ar ガスを供給する Ar ガス源 33、還元ガスである  $\text{H}_2$  ガスを供給する  $\text{H}_2$  ガス源 34 および  $\text{Ti}$  膜の窒化の際に使用する  $\text{NH}_3$  ガスを供給する  $\text{NH}_3$  ガス源 35 を有している。 $\text{ClF}_3$  ガス源 31、 $\text{TiCl}_4$  ガス源 32、Ar ガス源 33 には、それぞれガス配管 36, 37, 38 が接続されており、これらガス配管 36, 37, 38 は、第 2 ガス配管 25 b に接続されている。また、 $\text{H}_2$  ガス源 34 および  $\text{NH}_3$  ガス源 35 には、それぞれガス配管 39, 40 が接続されており、これらガス配管 39, 40 は、第 1 ガス配管 25 a に接続されている。

したがって、 $\text{ClF}_3$  ガス源 31、 $\text{TiCl}_4$  ガス源 32、Ar ガス源 33 からの各ガスは、ガス配管 25 b を介して、上記の各部材の第 2 ガス通路 2 b, 15 b, 26 b, 24 b およびガス導入管 14 b を通って、シャワーヘッド 10 の中段プレート 10 b の第 2 ガス通路 12 b に至る。次いで空間 11 b に導入され、下段プレート 10 c の第 2 ガス吐出孔 13 b から吐出される。

また、 $\text{H}_2$  源 34、 $\text{NH}_3$  源 35 からのガスは、ガス配管 25 a を介して、上記の各部材の第 1 ガス通路 2 a, 15 a, 26 a, 24 a およびガス導入管 14 a を通って、シャワーヘッド 10 の空間 11 a に導入される。次いで中段プレート 10 b の第 1 ガス通路 12 a を通って、下段プレート 10 c の第 1 ガス吐出孔 13 a から吐出される。

したがって、成膜処理の際、 $\text{TiCl}_4$  ガスと  $\text{H}_2$  ガスとは、ガスの供給途中

では混合されないで、チャンバ内に吐出された後に混合される。プラズマが形成されて、所望の反応が起きて、半導体ウェハW上にTi膜が成膜が形成される。なお、各ガス源からのガス配管36, 37, 38, 39, 40には、いずれもマスフローコントローラー41と当該マスフローコントローラ41を挟むように設けられた一对の開閉バルブ42, 43とが設けられている。ここでは図示されないが、ガス供給部30は、N<sub>2</sub>ガス源やその他の配管、開閉バルブ等を有している。また、例えば、ガス導入部材26内に形成される第1ガス通路26aと第2ガス通路26bとに接続するガス源を変更することによって、空間11a, 11bに供給されるガスを変更してもよい。

上記チャンバー2の上面には、開口を有する蓋部材15が取り付けられている。この蓋部材15の内周部分には、環状の絶縁部材16が取り付けられている。そして、絶縁部材16を介して、上記上段プレート10aの支持部10eが支持されている。その上部が、保温のために、環状の絶縁部材21によってカバーされている。絶縁部材21は、蓋部材15に支持されている。絶縁部材16は、シャワーヘッド10とチャンバー2との間を絶縁する効果と、断熱の効果とを有している。なお、チャンバー2と蓋部材15との間、蓋部材15と絶縁部材16との間、絶縁部材16と支持部10eとの間には、それぞれOリング等のシールリングが介装されている。これにより、気密状態が形成されている。

上段プレート10aの水平部10dの上面には、ステージ3上に載置される半導体ウェハW全面に対応するように、内側ヒーター17が配置されている。内側ヒーター17は、例えば、薄い板状のヒータ材をマイカ絶縁板でサンドイッチ構造に挟んで構成され得る。内側ヒーター17の外側を囲むように、円環状（ドーナツ状）の外側ヒーター18が、例えばシースヒータが嵌合されている。（図14には、内側ヒータ17と同様のヒータを外側ヒータとして配置した構成が図示されている。）これらヒーターは、後述するシャワーヘッド温度制御手段の構成要素として機能する。

内側ヒーター17の上方には、空間19が設けられている。空間19の上方には、断熱部材20が設けられている。断熱部材20は、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等のセラミック樹脂材であり得る。断熱部材20は、冷却ガス通路20aと排出口20

bとを有している。内側冷却用のドライエアー供給配管61aが、冷却ガス通路20aの上部に接続されている。また、上段プレート10aの支持部10eの上方には、外側冷却用のドライエアー供給配管61bが配置されている。この配管61bは、絶縁部材21の内周側に沿う配管部分61cを有しており、当該配管部分61cに、ドライエアーを吐出するための多数の吹出孔が、均等に下向きに設けられている。吐出されるドライエアーは、絶縁部材16と断熱材20との隙間及びその周辺に供給され、外側ヒータ及びその周辺を冷却するようになっている。

また、シャワーヘッド10の上段プレート10aの上面には、給電棒45が接続されている。この給電棒45には、整合器46を介して高周波電源47が接続されている。そして、この高周波電源47からシャワーヘッド10に高周波電力が供給される。これにより、高周波電界が形成され、チャンバー2内に供給された処理ガスがプラズマ化され、成膜反応が促進される。

シャワーヘッド10の下部の周囲、特に、上段プレート10a、中段プレート10b及び下段プレート10cの側方と絶縁部材16の下面と蓋部材15の下面とチャンバー2の側壁とに囲まれた空間部分にプラズマが形成されることを防止するために、環状の石英製のフィラー48が設けられている。図3に示すように、フィラー48は、その外側部分に凹部48aを有する。この凹部48aに、蓋部材15にネジ止めされた複数個の支持部材49の凸部49aが嵌め込まれて、フィラー48が支持されるようになっている。そして、フィラー48の凹部48aの側面と支持部材49の凸部49aの側面との間に、フッ素系のゴム等の弾性材料からなる弾性部材50が介装されている。弾性部材50の存在により、シャワーヘッド10のセンター合わせを容易に行うことができるとともに、フィラー48の着脱を簡略化することができる。さらに、熱による伸縮によるフィラー48の破損を防止することができる。また、フィラー48と蓋部材15との間にも弾性部材51が介装されている。この弾性部材51も、フィラー48の破損防止機能を有する。

チャンバー2の底部に取り付けられた円筒状のステージ保持部材7の底部の側壁には、排気管52が接続されている。この排気管52には、排気装置53が接

続されている。これにより、チャンバー2内が排気されるようになっている。図示していないが、この排気装置53の上流側には、未反応物や副生成物を捕捉する装置が設けられている。そしてこの排気装置53を作動させることにより、チャンバー2内が所定の真空度まで減圧され得る。また、蓋部材15上にはシールドボックス23が設けられ、その上部には、排気ポート54が設けられている。この排気ポート54から、シールドボックス23内の内側ドライエア及び外側ドライエアの熱排気がなされるようになっている。

また、本実施形態に係るCVD成膜装置1は、シャワーヘッド10の温度を制御するシャワーヘッド温度制御手段60を有している。以下、この温度制御手段60について詳細に説明する。

このシャワーヘッド温度制御手段60は、加熱機構としての上述した内側ヒーター17および外側ヒーター18、冷却機構としてのドライエアーを供給するドライエアー供給配管61a、61b、及び、内側ヒータ17、外側ヒータ18、シャワーヘッド10の下段プレート10dの温度をモニターする熱電対65a、65b、66a、66bからなる温度検出機構と、これらを制御するコントローラ62、を主な構成要素として有している。

図4に拡大して示すように、内側ヒーター17には電源63が接続されており、外側ヒーター18には電源64が接続されている。また、シャワーヘッド10の上段プレート10a上の内周側に配置する内側ヒーター17に対応する位置には、温度を検出するための熱電対65aが、上段プレート上の熱伝導率の高い絶縁板131に接して、熱電対65bが下段プレート内に接して、設けられている。上段プレート10a上の外周側に配置する外側ヒーター18に対応する位置には、上段プレート10aの外側と下段プレート10cの外側との温度を検出するための熱電対66a、66bが下段プレート内に接して設けられている。これら熱電対65a、65b、66a、66bは、それぞれ複数設けることができる。さらに、コントローラ62の指令および熱電対65aまたは65bの検出信号に基づいて、内側ヒーター17の出力をPID制御して温度調節を行う内側温度制御器67が設けられ、コントローラ62の指令および熱電対66aまたは66bの検出信号に基づいて、外側ヒーター18等の出力をPID制御して温度調節を行う

外側温度制御器 6 8 が設けられている。そして、これら温度制御器 6 7 及び 6 8 により、加熱時におけるシャワーヘッド 1 0 の温度制御が実現される。

一方、上記ドライエアー供給配管 6 1 a より供給されるドライエアーは、冷媒体として、断熱部材 2 0 の冷却ガス通路 2 0 a を通り空間 1 9 へ導入される。そして、内側ヒーター 1 7 から空間 1 9 内に放出された熱を奪い、排出口 2 0 b を経て蓋部材 1 5 上部に設けられたシールドボックス 2 3 の排気ポート 5 4 から排出される。一方、ドライエアー供給配管 6 1 b より供給されるドライエアーは、配管下方の吐出孔より吐出され、外側ヒーター 1 8 等のシャワーヘッドの外側部の熱を奪い、シールドボックス 2 3 の排気ポート 5 4 から排出される。ドライエアー供給配管 6 1 a および 6 1 b には、それぞれ、エアーオペレーションバルブ 6 9 a, 6 9 b が設けられている。これらエアーオペレーションバルブ 6 9 a, 6 9 b は、コントローラ 6 2 によって制御される。

このようなシャワーヘッド制御手段 6 0 を用いた加熱時においては、図 5 に示すような制御により、好ましい温度制御を実現することができる。図 5 に示す制御においては、まずコントローラ 6 2 にて温度設定が行われる。そして、温度制御器 6 7 が、熱電対 6 5 a または 6 5 b の検出温度が設定温度となるように、内側ヒーター 1 7 の出力を制御する。熱電対 6 5 a または 6 5 b の検出値は、コントローラ 6 2 を介して温度制御器 6 8 にも出力される。そして、外側ヒーター 1 8 に対応する位置の熱電対 6 6 a または 6 6 b の検出温度と内側ヒーター 1 7 に対応する位置の熱電対 6 5 a または 6 5 b の検出温度との差が 0 になるように、温度制御器 6 8 が外側ヒーター 1 8 の出力を制御する。これにより、シャワーヘッド 1 0 の外側部分の温度と内側部分の温度とが、略同じになるように制御される。

なお、シャワーヘッド 1 0 の上段プレート 1 0 a の上面およびその上の部分は、大気雰囲気曝露されている。シャワーヘッド温度制御手段 6 0 の熱電対 6 5 b, 6 6 b は、真空であり得るシャワーヘッド内に配置されているが、それ以外の構成要素は、大気雰囲気内に配置される。

また、図 2 に示すように、シャワーヘッド 1 0 は、ヒンジ機構を有する反転機構 8 0 によりチャンバー 2 外へ反転可能となっている。これにより、シャワーヘ



ッド10は、図6に示すように、そのガス吐出面を上に向けた状態でほぼ完全にチャンバー2外に存在させることができる。従って、シャワーヘッド10のメンテナンスを極めて容易に行うことが可能となる。具体的には、図6の状態から、まず複数の支持部材49が、固定ネジを外すことで容易に外側へ取り外され得る(矢印①)。支持部材49が取り外されると、フィラー48を上方へ容易に取り外すことが容易に可能となる(矢印②)。そして、フィラー48が取り外されると、シャワーヘッド10自体のメンテナンスが可能となる。例えば、下段プレート10cおよび中段プレート10bを容易に上方へ取り外すことが可能となる(矢印③)。シャワーヘッド10を反転させた後は、シャワーヘッド10が180度回転した位置に保持されることが好ましいが、回転の角度は、180度の近傍の角度であればよい。なお、シャワーヘッド10をこのような角度に保持するために、例えばガスピリング等を用いることができる。

次に、このように構成されるCVD成膜装置1の処理動作について説明する。はじめに、半導体ウエハW上にTi薄膜を形成するのに先立って、次の手順でシャワーヘッド10やステージ3等の表面上にプリコート膜を成膜する。まず、チャンバー2周辺、ステージ3のヒーター6、シャワーヘッド10の内側および外側ヒーター17、18が加熱される。そして、排気装置53によりチャンバー2内が排気されつつ、所定のガスが所定の流量比でチャンバー2内に導入され、チャンバー2内が所定の圧力とされる。次いで、H<sub>2</sub>ガス、TiCl<sub>4</sub>ガス、その他のガスを含む成膜ガスが所定流量でチャンバ2内へ供給され、高周波電源47からシャワーヘッド10に高周波電力が供給されて、チャンバー2内にプラズマが生成され、シャワーヘッド10やステージ3等の上にTi膜が成膜される。次いで、高周波電源47の給電及びTiCl<sub>4</sub>ガスの供給が停止する。次いで、NH<sub>3</sub>ガスおよびその他のガスが所定流量で供給され、再び高周波電源47からシャワーヘッド10に高周波電力が供給されてプラズマが生成され、成膜されたTi膜の表面が窒化されて、シャワーヘッド10及びステージ3等の上に安定したプリコート膜が形成される。窒化処理終了後、高周波電源47の給電及びNH<sub>3</sub>ガスの供給が停止する。

プリコート処理終了後、図示しないゲートバルブが開とされ、半導体ウエハW

がチャンバー 2 内に搬入されて、ステージ 3 上に載置される。次いで、 $H_2$  ガス、 $TiCl_4$  ガス、その他のガスが所定流量で供給され、高周波電源 47 からシャワーヘッド 10 に高周波電力が供給されて、チャンバー 2 内にプラズマが生成され、半導体ウエハ W 上に  $Ti$  膜が成膜される。次いで、高周波電源 47 の給電及び  $TiCl_4$  ガスの供給が停止する。次いで、 $NH_3$  ガスおよびその他のガスが所定流量で供給され、再び高周波電源 47 からシャワーヘッド 10 に高周波電力が供給されてプラズマが生成され、半導体ウエハ W に成膜された  $Ti$  膜が窒化される。窒化処理終了後、高周波電源 47 の給電及び  $NH_3$  の供給が停止する。このようにして成膜処理が終了した後、チャンバー 2 から処理済みの半導体ウエハ W が搬出され、次に処理すべき半導体ウエハ W が搬入されて、当該半導体ウエハ W 上に同様の成膜処理が行われる。

このような成膜処理が所定枚数の半導体ウエハ W について行われた後、ステージ 3 及びシャワーヘッド 10 が所定温度まで降温されて、クリーニングガスである  $ClF_3$  ガスがチャンバー 2 内に供給されて、クリーニング処理が行われる。

以上のような一連の工程において、本実施形態によれば、シャワーヘッド 10 にシャワーヘッド温度制御手段 60 を設けたことにより以下のような効果を得ることができる。

プリコート処理や成膜処理の際には未反応生成物  $TiCl_x$  ( $x=1, 2, 3$ ) が発生するが、シャワーヘッドに安定した膜を形成するためには、このような  $TiCl_x$  をガスとして揮発させる必要がある。そのためには、 $425^\circ C$  以上の温度、好ましくは  $500^\circ C$  以上の温度が必要である。従来のシャワーヘッドは、ステージ内のヒーターによって受動的に加熱されるため、シャワーヘッドが必ずしも  $425^\circ C$  以上になる保証はなかった。従って、シャワーヘッドに対して安定したプリコート膜を形成し得ない場合が生じていた。しかしながら、本実施形態では、シャワーヘッド 10 にシャワーヘッド温度制御手段 60 を設けているため、シャワーヘッド 10 を積極的に  $425^\circ C$  以上にすることができる。また、 $NH_3$  ガスを含むガスを供給して  $TiCl_x$  を還元し窒化させることで、シャワーヘッド 10 に確実に安定したプリコート膜を形成することができる。

また、チャンバー 2 内を成膜温度まで加熱する際に、従来のようにシャワーヘ

ッド10がステージ3の輻射熱のみで昇温される場合には、シャワーヘッド10が所定の加熱温度に安定するまで長時間を要する。しかし、本実施形態では、ステージ3のヒーター6からの受動的な加熱に加えて、温度制御手段60であるヒーター17、18によりシャワーヘッド10が予め積極的に加熱されている。このため、短時間でシャワーヘッド10の全体が加熱されて、シャワーヘッド10の下段プレートの表面の温度が一定温度に安定化され得る。これにより、チャンバー2内の温度が、短時間で所定温度に安定され得る。このように、シャワーヘッド10の温度が均一に制御されることにより、半導体ウエア上にTi膜を均一に成膜することが可能となる。特に、半導体ウエハが300mmと大型化したことに伴って装置が大型化した場合に、その効果が著しい。

さらに、アイドリングの際には、高周波電源はオフにされる。このため、従来では、シャワーヘッド10の温度を所定の温度に保持するために、ステージ内のヒーターの温度が高めに設定されていた。これに対して、本実施の形態では、シャワーヘッド温度制御手段60によりシャワーヘッド10の温度が制御されるため、アイドリングの際であっても、シャワーヘッド10の温度を所定の温度に保持し、安定化させることができる。

さらにまた、クリーニング処理の際には、シャワーヘッド10の温度を成膜温度から200～300℃のクリーニング温度まで低下させる必要がある。従来は、シャワーヘッドの放熱性が悪かったため、温度低下に長時間を要していた。しかし、本実施形態では、シャワーヘッド温度制御手段60によりドライエアー供給配管61a、61bから冷媒体としてのドライエアーをシャワーヘッド10上部に供給して冷却することにより、チャンバー2内を速やかにクリーニング温度まで低下させることができる。

本実施形態の装置では、シャワーヘッド10の上段プレート10aの上面が大気雰囲気に出ているため、シャワーヘッド温度制御手段60の大部分の部材は大気雰囲気内に設けることができる。従って、シャワーヘッド温度制御手段60の取扱いが容易である。

また、本実施の形態では、シャワーヘッド温度制御手段60の加熱機構として内側ヒーター17と外側ヒーター18とが設けられて、2ゾーン制御が実現され

ている。そして、図4に示すように、熱電対65aまたは65bの検出温度が設定温度となるように温度制御器67により内側ヒーター17の出力が制御され、外側ヒーター18に対応する位置の熱電対66aまたは66bの検出温度と内側ヒーター17に対応する位置の熱電対65aまたは65bの検出温度との差が0になるように温度制御器68により外側ヒーター18の出力が制御されて、シャワーヘッド10の外側部分と内側部分とが常に同じ温度となるように制御される。このため、シャワーヘッド10の外側部分からの熱の散逸を抑制することができ、温度制御性を高めることができる。特に、半導体ウエハのサイズが300mmと大型化した場合には、シャワーヘッド10の外側から熱が散逸しやすいため、上記2ゾーン制御はより有効である。

シャワーヘッド10のメンテナンス時には、シャワーヘッド10は反転機構80によりチャンバー2外へ反転される。これにより、シャワーヘッド10は、図6に示すように、そのガス吐出面を上に向けた状態でメンテナンスが可能である。従って、シャワーヘッド10のメンテナンスを極めて容易に行うことが可能となる。具体的には、図6の状態から、まず複数の支持部材49が外側へ外される。次いで、フィラー48が上方へ取り外される。その後、シャワーヘッド10の下段プレート10cおよび中段プレート10bが上方へ取り外され得る。以上のように、各部材の取り外し動作が極めて容易であるため、シャワーヘッド10のメンテナンスを極めて容易に行うことが可能となる。

なお、本発明は上記実施形態に限らず、本発明の思想の範囲内で種々変形が可能である。例えば、上記実施形態ではTi膜の成膜処理が例として説明されたが、これに限らずTiN膜等他の膜のCVD成膜処理に適用することもできる。また、プラズマが形成される場合を例にとって説明したが、プラズマは必ずしも必須なものではない。シャワーヘッドの温度制御手段についても、上記構成に限るものではなく、その制御方法も、上記方法に限るものではない。例えば冷媒としてドライエアーを用いたが、Ar、N<sub>2</sub>等他のガスが用いられてもよい。プラズマを用いない場合には、冷媒として水、クーラント等の液体を用いることもできる。さらに、半導体ウエハの処理を例にとって説明したが、これに限るものではなく、液晶表示装置用ガラス基板等、他の基板に対する処理にも適用することができる。

以下、上記実施形態の変形例について、具体的に説明する。

図9に示すように、上記実施形態においては、中段プレート下方に形成された空間11bの略中央部分に、第2ガス通路12bと連通する第2のガス吐出部12が配置されており、ガス吐出部12の側面に、開口12cが形成されている。これにより、第2のガス供給管14bと連通し中段プレート上側に形成される第2ガス通路12bを介して供給されるガスは、ガス吐出部12の開口12cから吐出され、直接的に空間11b内に拡散するようになっている。

しかしながら、このような態様では、第2ガス通路12bを介して供給されるガスは、中段プレート10cの空間11b内へ均等に拡散することが十分で無い場合があり得る。

そこで、空間11bの略中央部分に配置される第2ガス吐出部12の開口12cに、ガス拡散促進用パイプを連結することが好ましい。

図10に示すような中段プレート10cの場合、中段プレート10cの下方の空間11b内に、第2のガスを均一に拡散させるために略H字状のガス拡散促進用パイプ110が配置されている。略H字状のガス拡散促進用パイプ110の中心部分は、第2ガス吐出部12に嵌合するように連結されている。また、ガス拡散促進用パイプ110の4本の先端部分には、ガス放出孔110aが形成されている。各々のガス拡散促進用パイプ110は、溶接されて、一体に形成されている。さらに、ガス拡散促進用パイプ110を支持する支持柱110bは、中段プレート10bと下段プレート10cの上面とに固定され、ガス拡散促進用パイプ110の揺れを防止する。

この場合、各先端部分に形成されたガス放出孔110aは、上段プレート側に向けて開口するように形成され、第2ガス吐出部12を介して供給されるガスは空間11b内に十分に均等に拡散できるようになっている。図10における矢印は、ガス放出孔110aから空間11b内に供給されるガスの流れの概略を示している。もっとも、ガス拡散促進用パイプ110の形状、方向、位置、並びに、ガス放出孔110aの個数及び開口の態様は、第2ガス通路12bを介して供給されるガスが空間11b内に十分に均等に拡散できるものであれば、特に限定されない。ガス開放孔110aは、例えば側方に開口するように形成されてもよい。

また、ガス開放孔 110 a の配置位置については、パイプの先端部までの途中に均等に開口されてもよく、空間 11 b 内に均等に配置されることが好ましい。

図 11 は、図 10 に示す下段プレート 10 c 及びガス拡散促進用パイプ 110 に対して中段プレート 10 b を取り付けた態様の断面図を示している。図 11 は、基本的にガス拡散促進用パイプ 110 の中央管 110 c を貫く断面を示しているが、ガス拡散促進用パイプ 110 の右端部分はガス開放孔 110 a を含む断面を示している。

また、図 12 及び図 13 は、制御系に関する変形例を示している。図 12 は、図 4 の加熱機構に相当する部分の変形例を示す模式図であり、図 13 は、図 5 の制御態様の変形例を示す図である。

図 12 及び図 13 に示す場合、制御系と各熱電対 65 a、65 b、66 a、66 b との間、及び、制御系と各ヒーター 17、18 との間、にノイズフィルタ 120 が設けられている。好ましくは、制御系側に近い位置がよい。このようにノイズフィルタ 120 を設けることは、高周波電源 47 からのノイズを除去して制御特性を向上させることに有効である。

また、図 14 に示す変形例では、断面円形のリング状の外側ヒーター 18 の代わりに、平板ドーナツ状の外側ヒーター 118 が設けられている。このように、ヒーターの形状は、特に限定されない。

また、図 14 に示す変形例では、内側ヒーター 17 と上段プレート 10 a との間に絶縁板 131 が形成され、同様に、外側ヒーター 118 と上段プレート 10 a との間にも絶縁板 132 が形成されているが、各絶縁板 131 の厚みは、ノイズの影響を受けない程度、例えば 0.5 mm ~ 1.0 mm である。上段プレート 10 a は、プラズマ生成用の電極として機能するため、ヒーターが受けるノイズの影響を抑制するために、絶縁板 131 及び 132 は厚い方が好ましい。もっとも、絶縁板 131 及び 132 は、高い熱伝導率及び耐熱性を有する必要がある。従って、絶縁板 131 及び 132 の材料としては、窒化アルミニウムのようなセラミックスが好適である。

また、図 15 に示す変形例では、フッ素系のゴム等の弾性部材 50 の代わりに、耐食性メタルスプリング例えばインコネル等の Ni 合金材による弾性部材 150

が設けられている。このように、フィラー４８の凹部４８aの側面と支持部材４９の凸部４９aの側面との間に介装される弾性部材の態様は、特に限定されない。

なお、アイドリング時及びクリーニング時についての、本発明と従来技術との温度制御の特徴の概略を、下表に示す。

	シャワー温度	ステージ温度	対応
従来技術	４７０～４８０℃	６４０～６５０℃	ステージ温度を 成膜温度以上にする必要有り
本発明	５００℃	６４０℃	シャワーヘッドを直接的に 温度制御

## 請 求 の 範 囲

1. チャンバーを規定する処理容器と、  
前記チャンバー内に設置され、被処理基板が載置され得る載置台と、  
前記載置台に対向して設けられ、多数のガス吐出穴を有するシャワーヘッドと、  
前記シャワーヘッドを介して、前記チャンバー内に処理ガスを供給するガス供給機構と、  
前記シャワーヘッドの温度を制御するシャワーヘッド温度制御手段と、  
を備えたことを特徴とする成膜装置。
2. 前記処理容器は、真空引き可能に構成されている  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の成膜装置。
3. 前記載置台を加熱する加熱手段  
を更に備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の成膜装置。
4. 前記シャワーヘッドは、ガス吐出穴が現れている面を含むチャンバー内  
部分と、チャンバー外の大気と接触している大気側部分と、を有しており、  
前記シャワーヘッド温度制御手段は、前記大気側部分に設けられている  
ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の成膜装置。
5. 前記チャンバーを加熱する第 2 加熱手段  
を更に備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の成膜装置。
6. 前記シャワーヘッド温度制御手段は、  
前記シャワーヘッドを加熱する加熱機構と、  
前記シャワーヘッドを冷却する冷却機構と、  
前記シャワーヘッドの温度を検出する温度検出機構と、  
前記温度検出機構の検出結果に基づいて少なくとも前記加熱機構を制御するコ



ントローラと、

を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の成膜装置。

7. 前記加熱機構は、

前記シャワーヘッドの内側部分を加熱する内側ヒータと、

前記シャワーヘッドの外側部分を加熱する外側ヒータと、

を有し、

前記温度検出機構は、

前記内側部分の温度を検出する内側温度検出部と、

前記外側部分の温度を検出する外側温度検出部と、

を有する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の成膜装置。

8. 前記コントローラは、

前記内側温度検出部の検出値が設定温度になるように内側ヒータを制御すると共に、

前記内側温度検出部の検出値と前記外側温度検出部の検出値との差がゼロになるように外側ヒータを制御する

ようになっていることを特徴とする請求項 7 に記載の成膜装置。

9. 前記シャワーヘッドの前記チャンバーと反対側の面には、断熱部材が配置されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の成膜装置。

10. 前記シャワーヘッドは、

シャワーヘッド本体と、

シャワーヘッド本体の外周上方に連続する環状の支持部と、

を有し、

前記支持部は、リブ構造を有している

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の成膜装置。

11. 前記シャワーヘッド本体の上方であって、前記支持部の内側には、断熱材が配置されている

ことを特徴とする請求項 10 に記載の成膜装置。

12. 前記シャワーヘッドと前記処理容器との間には、環状の充填部材と、当該充填部材を前記シャワーヘッドまたは前記処理容器に固定するための固定部材と、が配置されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の成膜装置。

13. 前記充填部材と前記固定部材との間には、弾性部材が介在されていることを特徴とする請求項 12 に記載の成膜装置。

14. 前記チャンバー内で処理ガスのプラズマを生成するためのプラズマ生成手段

を更に備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の成膜装置。

15. 前記シャワーヘッドを前記チャンバーの外側へと旋回させて反転させる反転機構

を更に備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれかに記載の成膜装置。

16. チャンバーを規定する処理容器と、  
前記チャンバー内に設置され、被処理基板が載置され得る載置台と、  
前記載置台に対向して設けられ、多数のガス吐出穴を有するシャワーヘッドと、  
前記シャワーヘッドを介して、前記チャンバー内に処理ガスを供給するガス供給機構と、

前記シャワーヘッドを前記チャンバーの外側へと旋回させて反転させる反転機構と、

を備えたことを特徴とする成膜装置。

17. 前記シャワーヘッドと前記処理容器との間には、環状の充填部材と、当該充填部材を前記シャワーヘッドまたは前記処理容器に固定するための固定部材と、が配置されていることを特徴とする請求項16に記載の成膜装置。

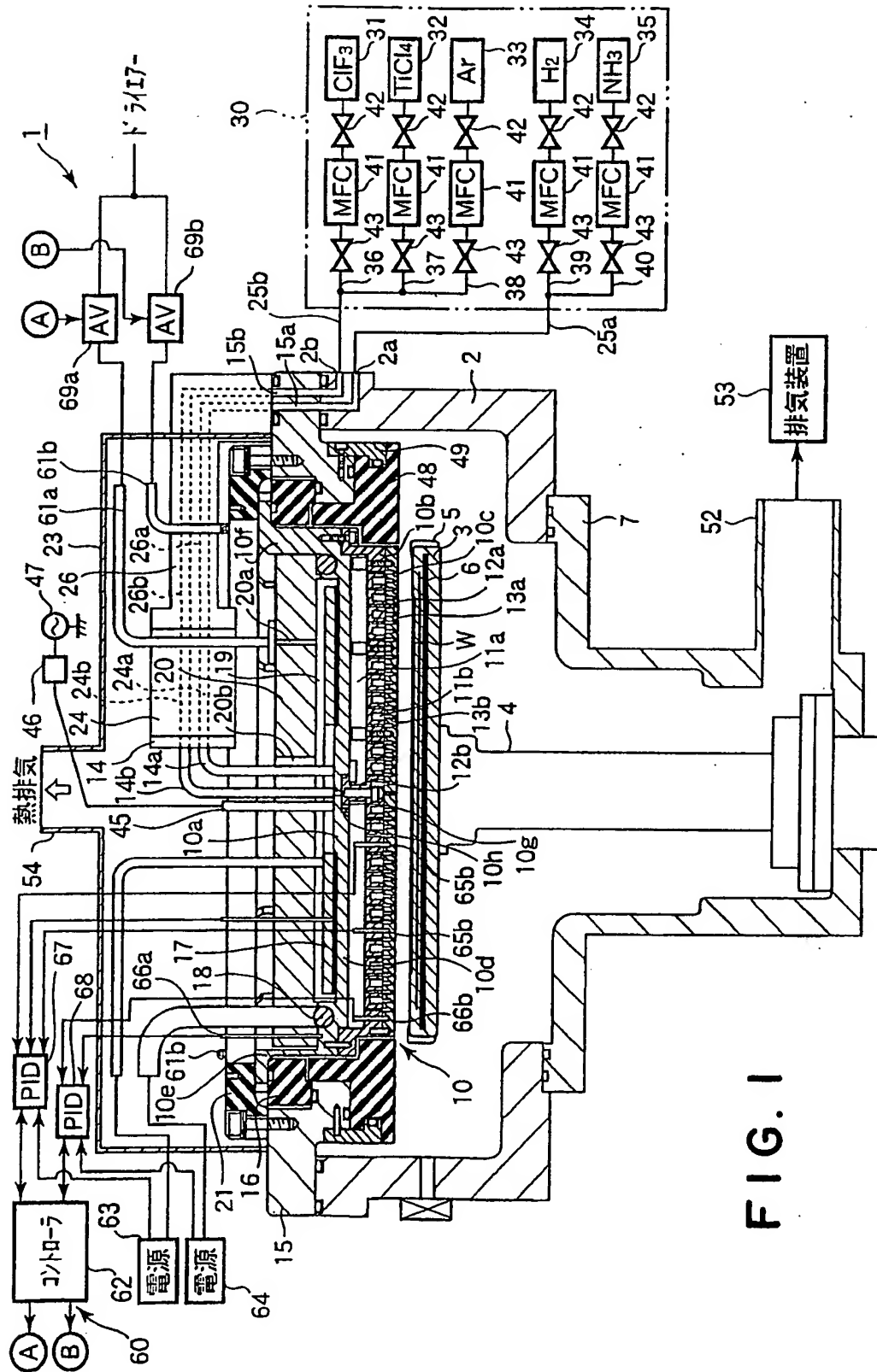
18. 前記充填部材と前記固定部材との間には、弾性部材が介在されていることを特徴とする請求項17に記載の成膜装置。

19. 前記固定部材は、前記シャワーヘッドを反転させた状態で、外側へ取り外し可能であり、

前記充填部材は、前記固定部材が外側へ取り外された状態で、上方に取り外し可能である

ことを特徴とする請求項18に記載の成膜装置。

1 / 15



2/15

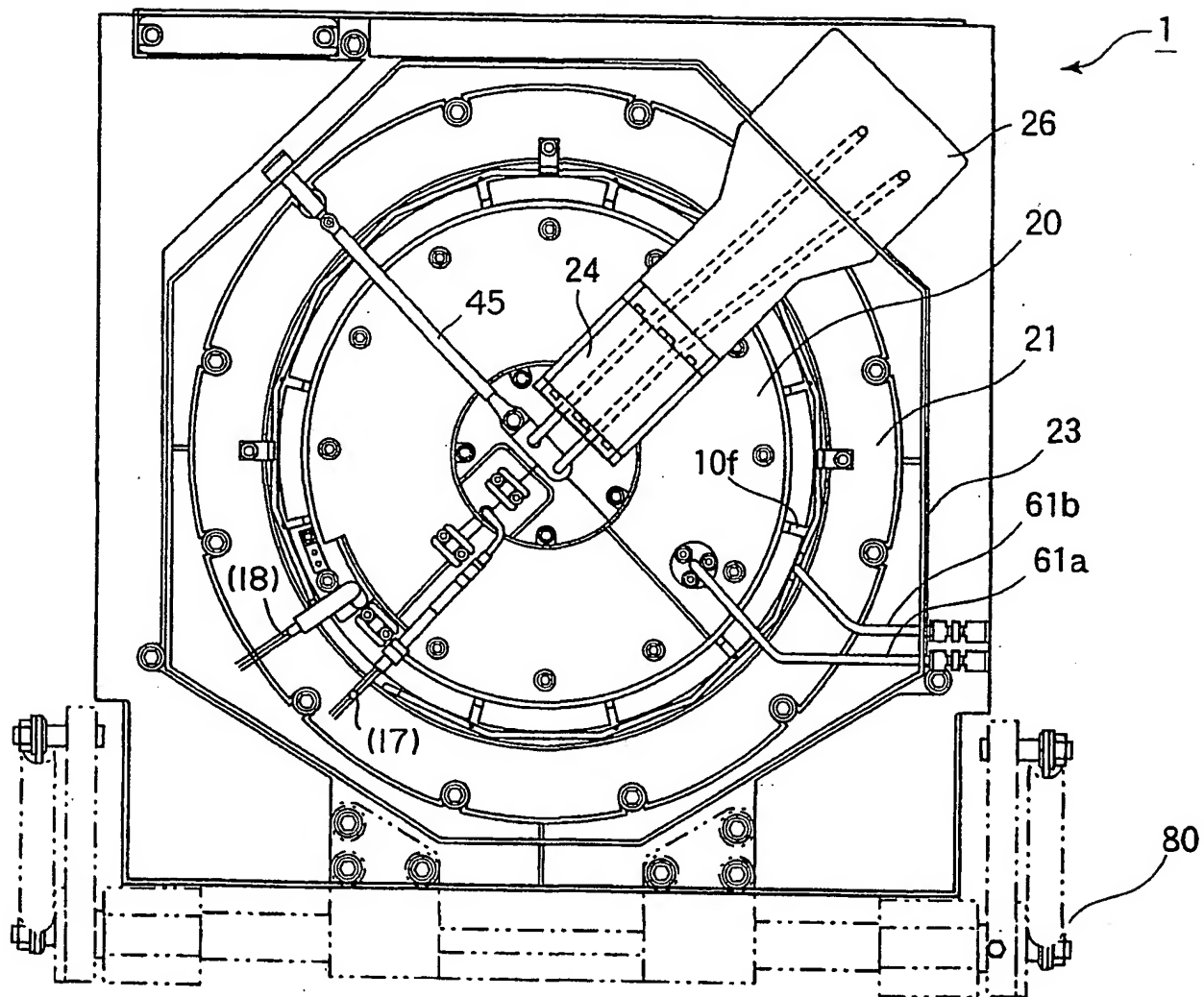


FIG. 2

3/15

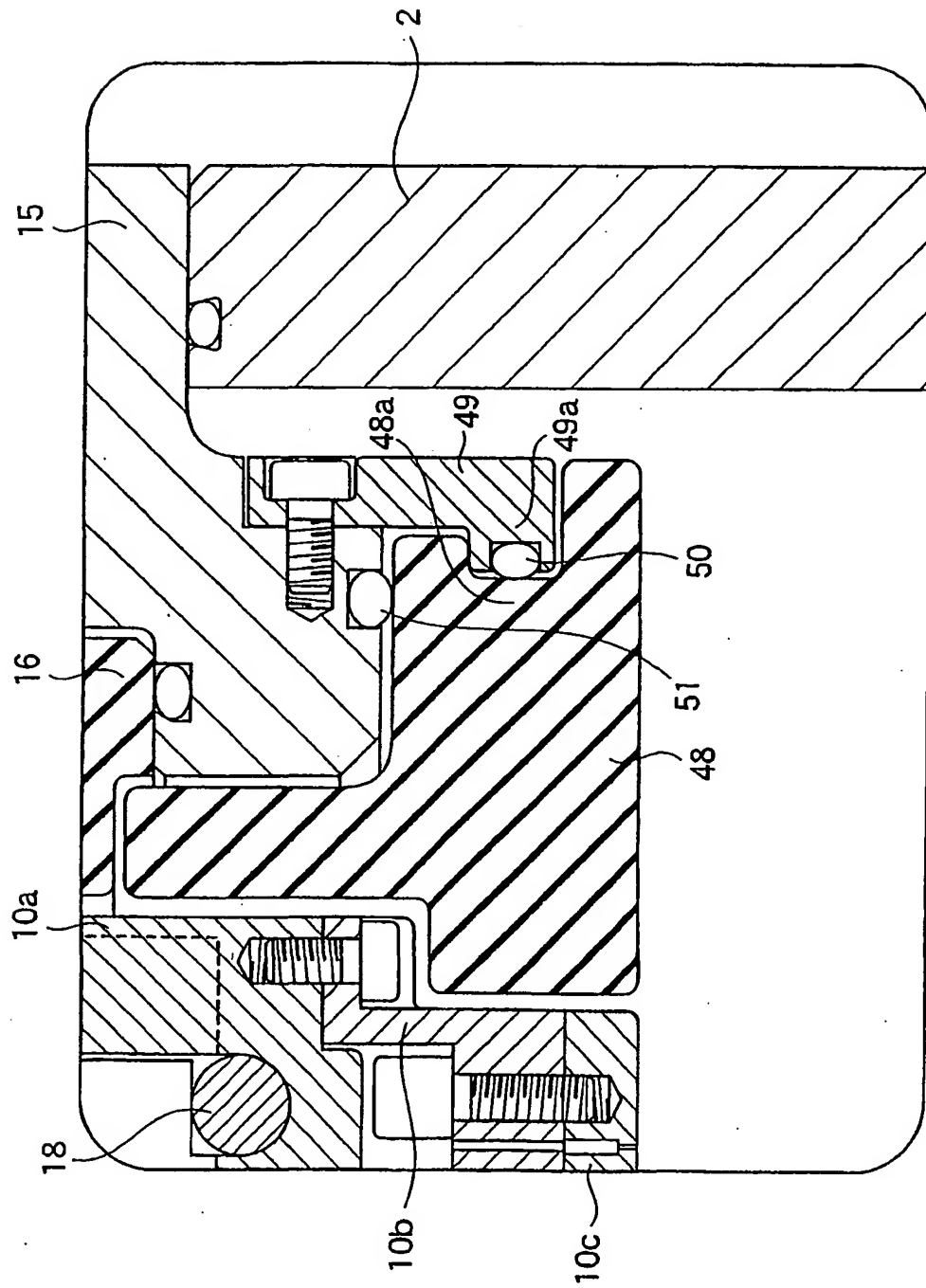


FIG. 3

4/15

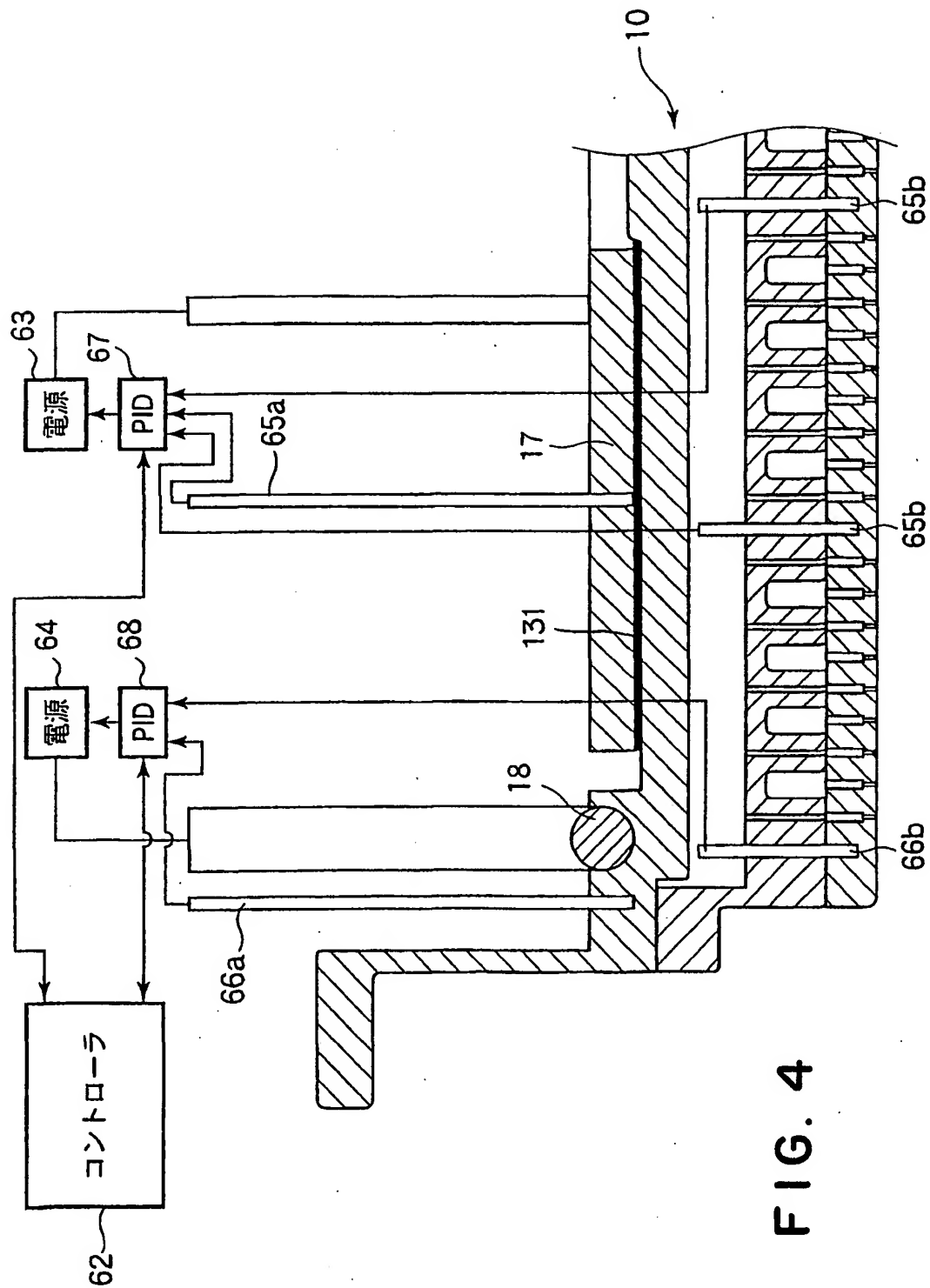


FIG. 4

5/15

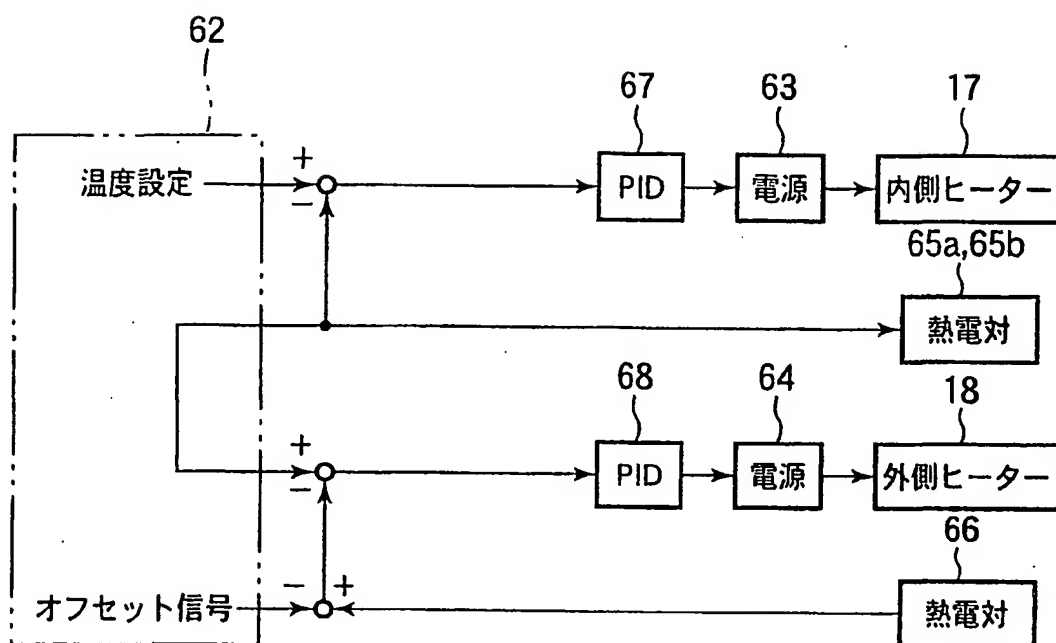


FIG. 5



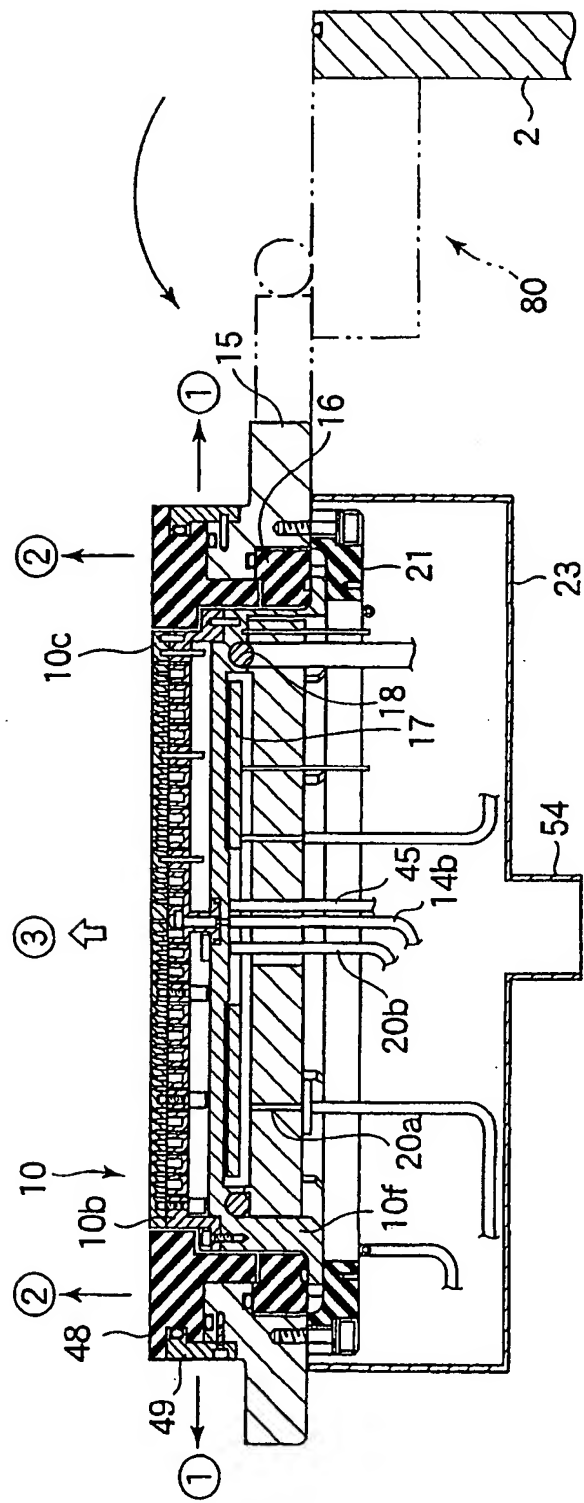


FIG. 6

7/13

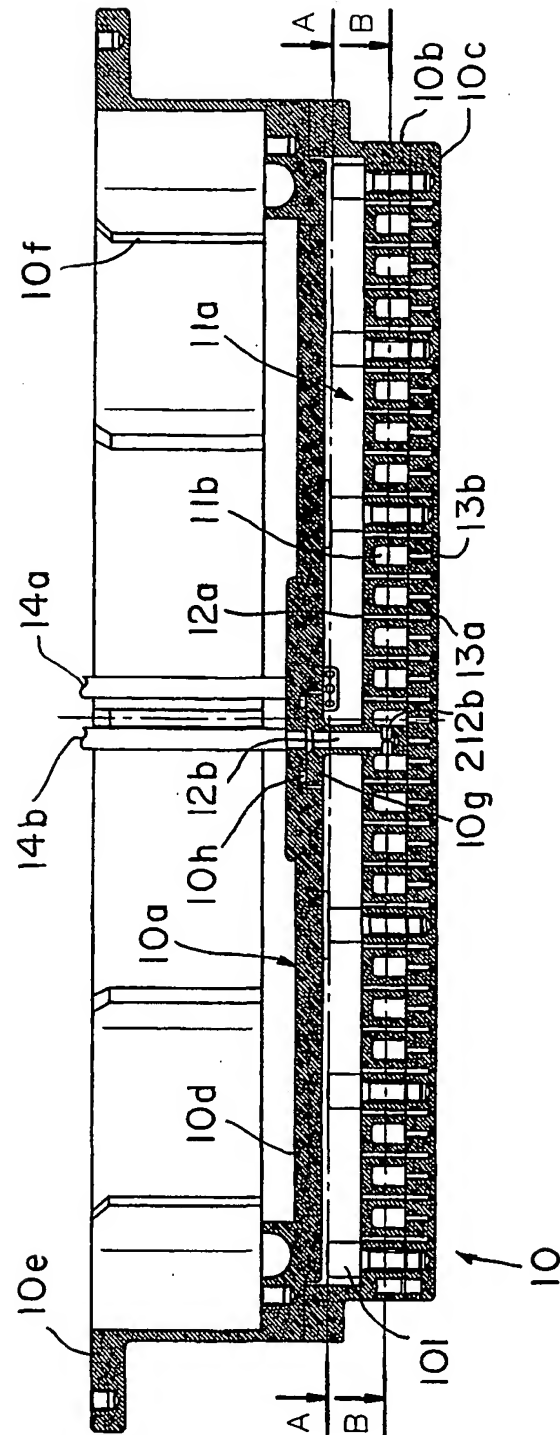


FIG. 7

8/15

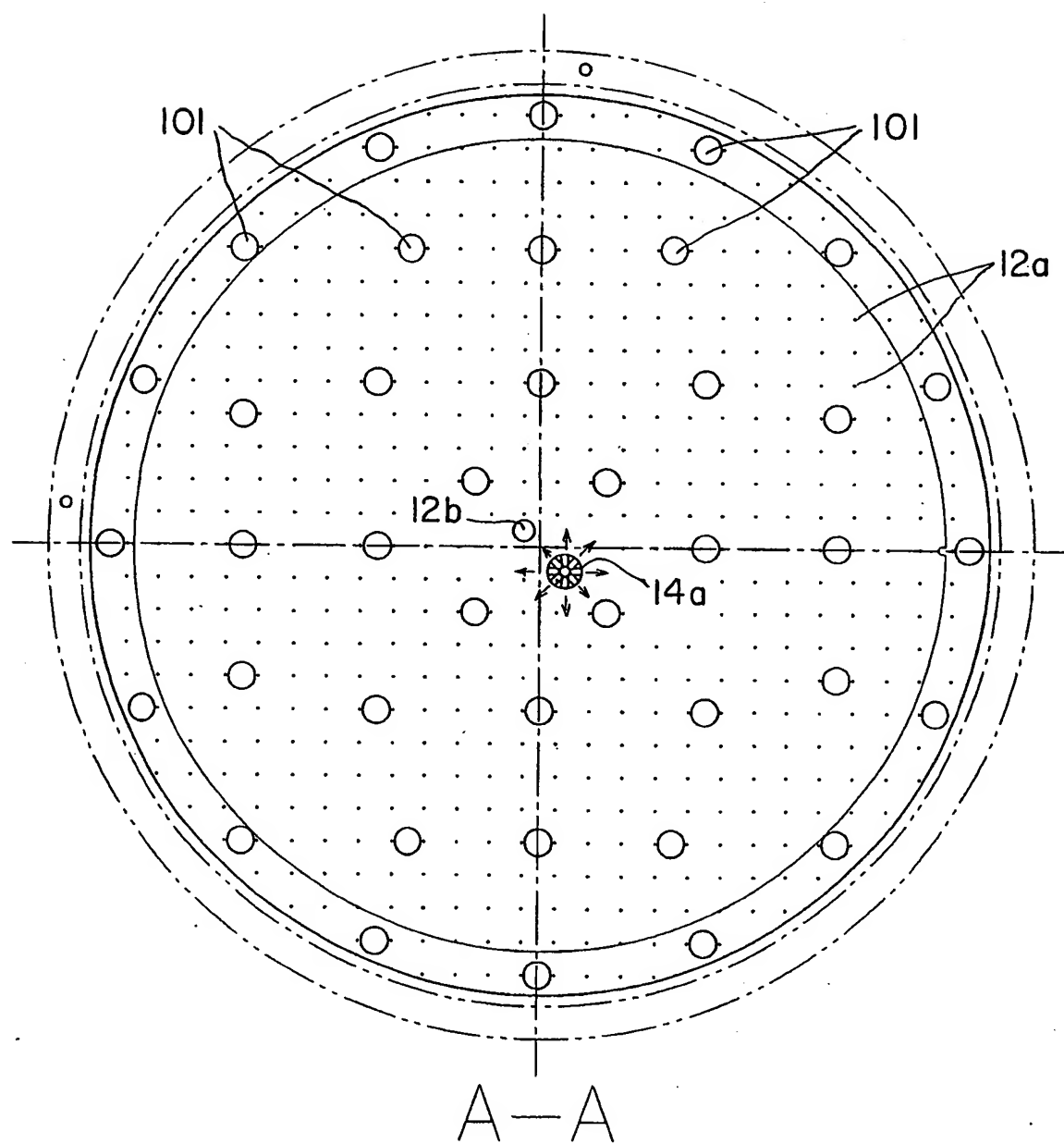


FIG. 8

9/15

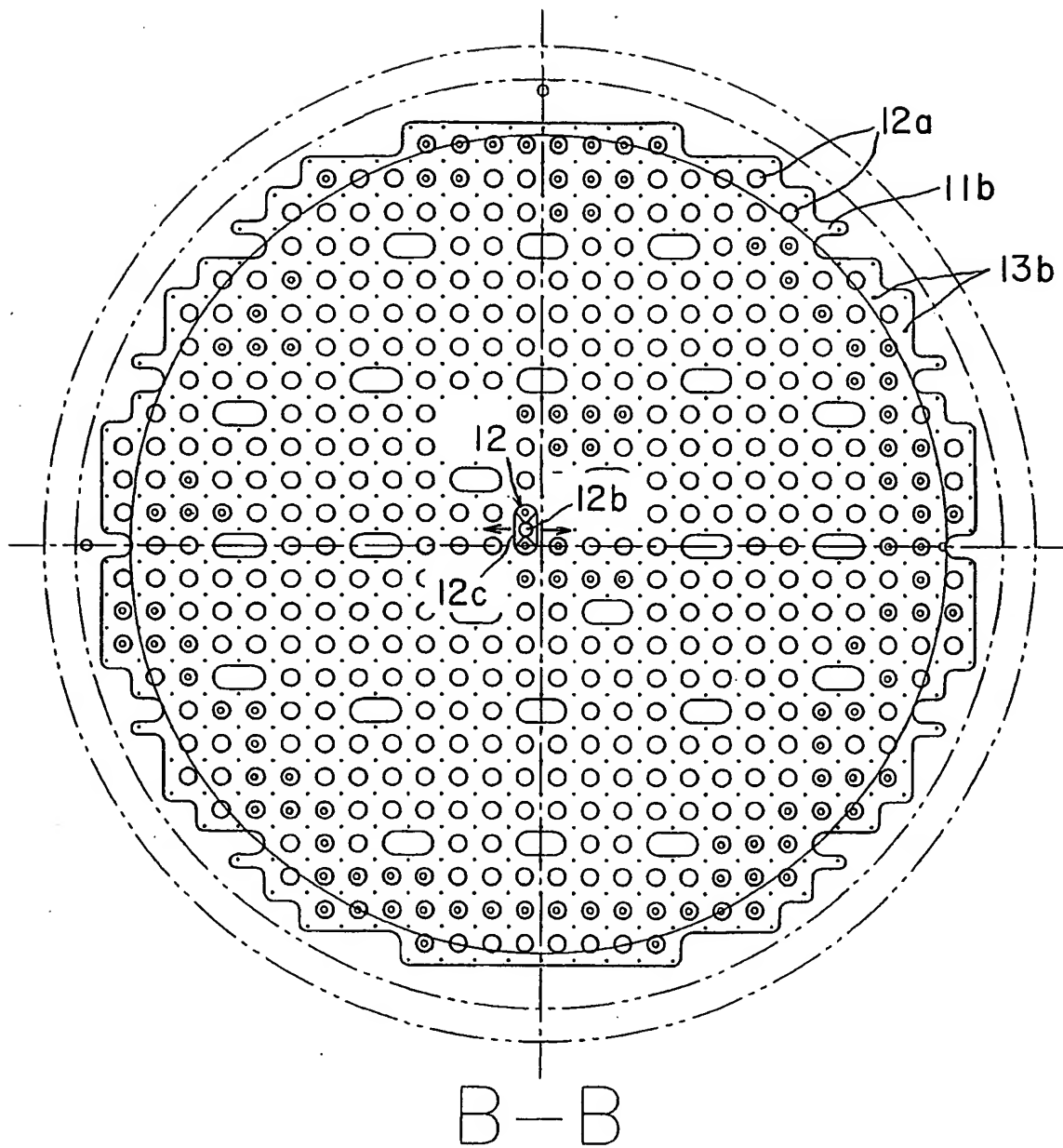


FIG. 9

10/15

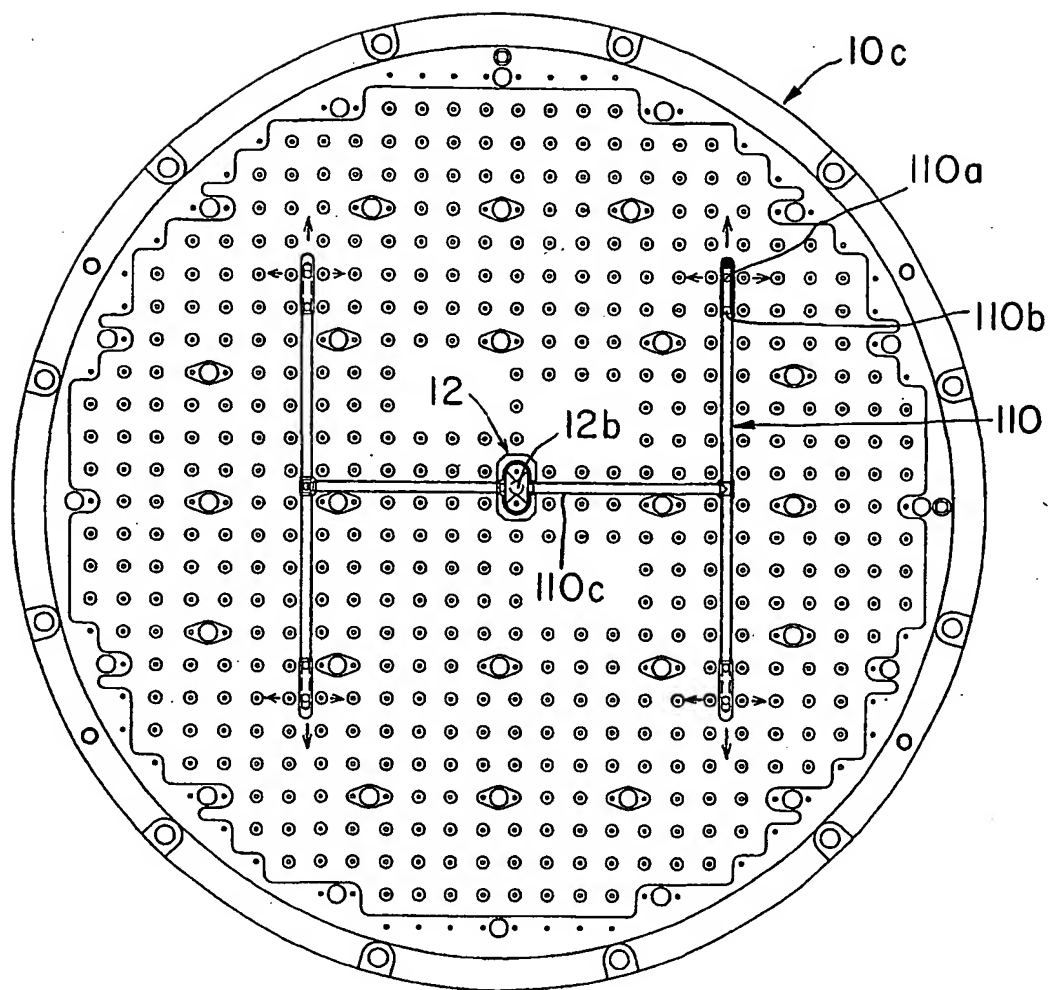


FIG. 10

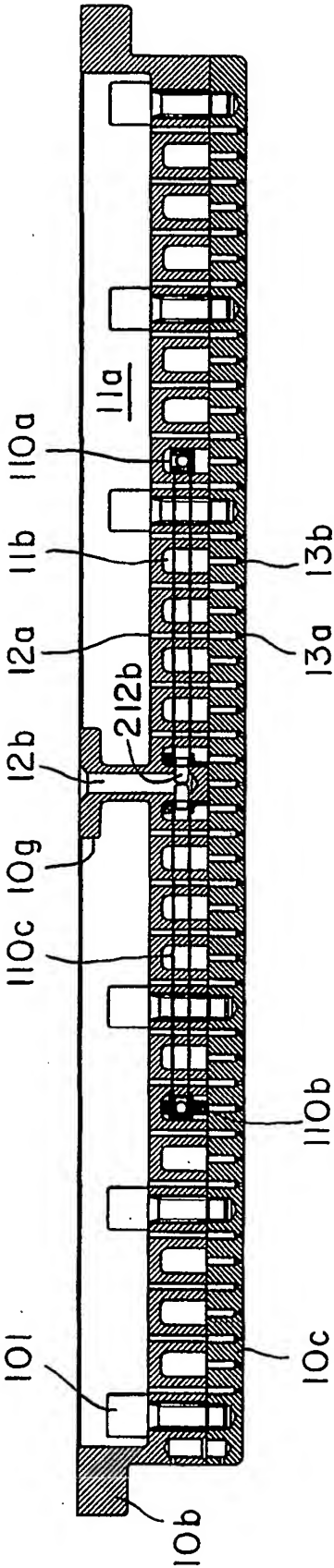
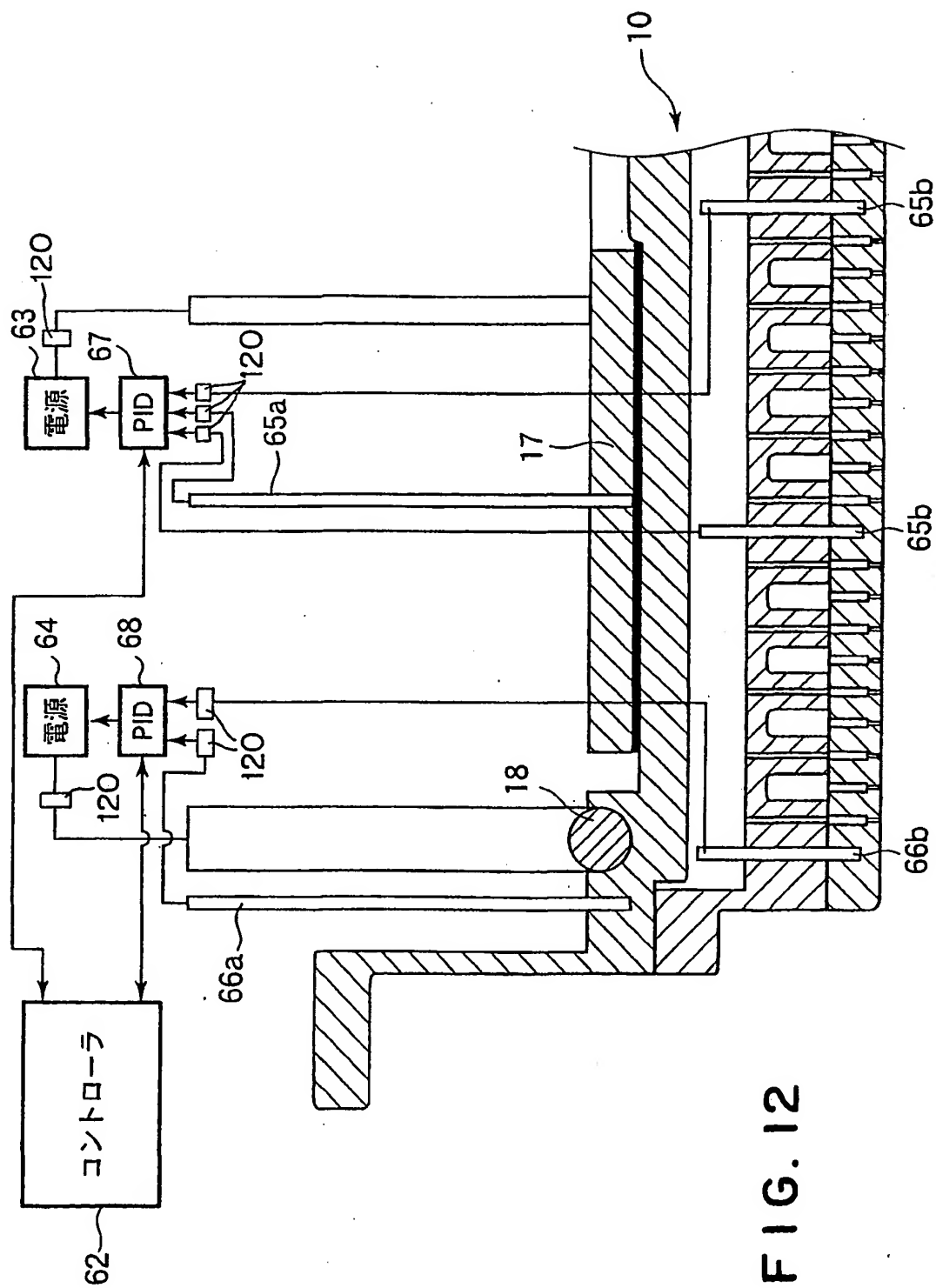


FIG. 11

12/15



13/15

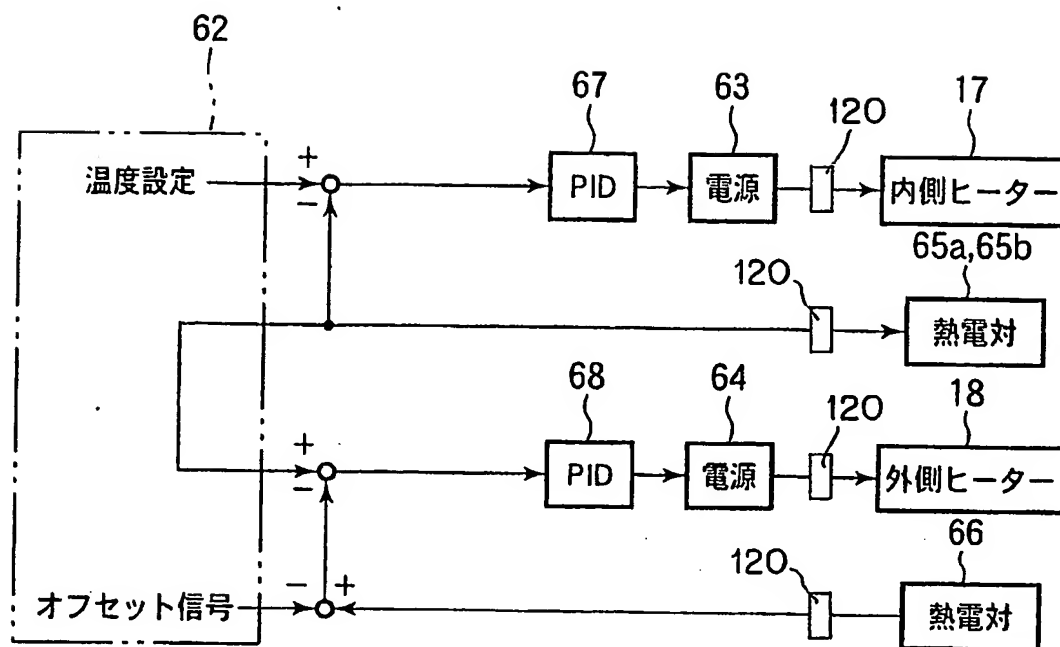


FIG. 13



14/15

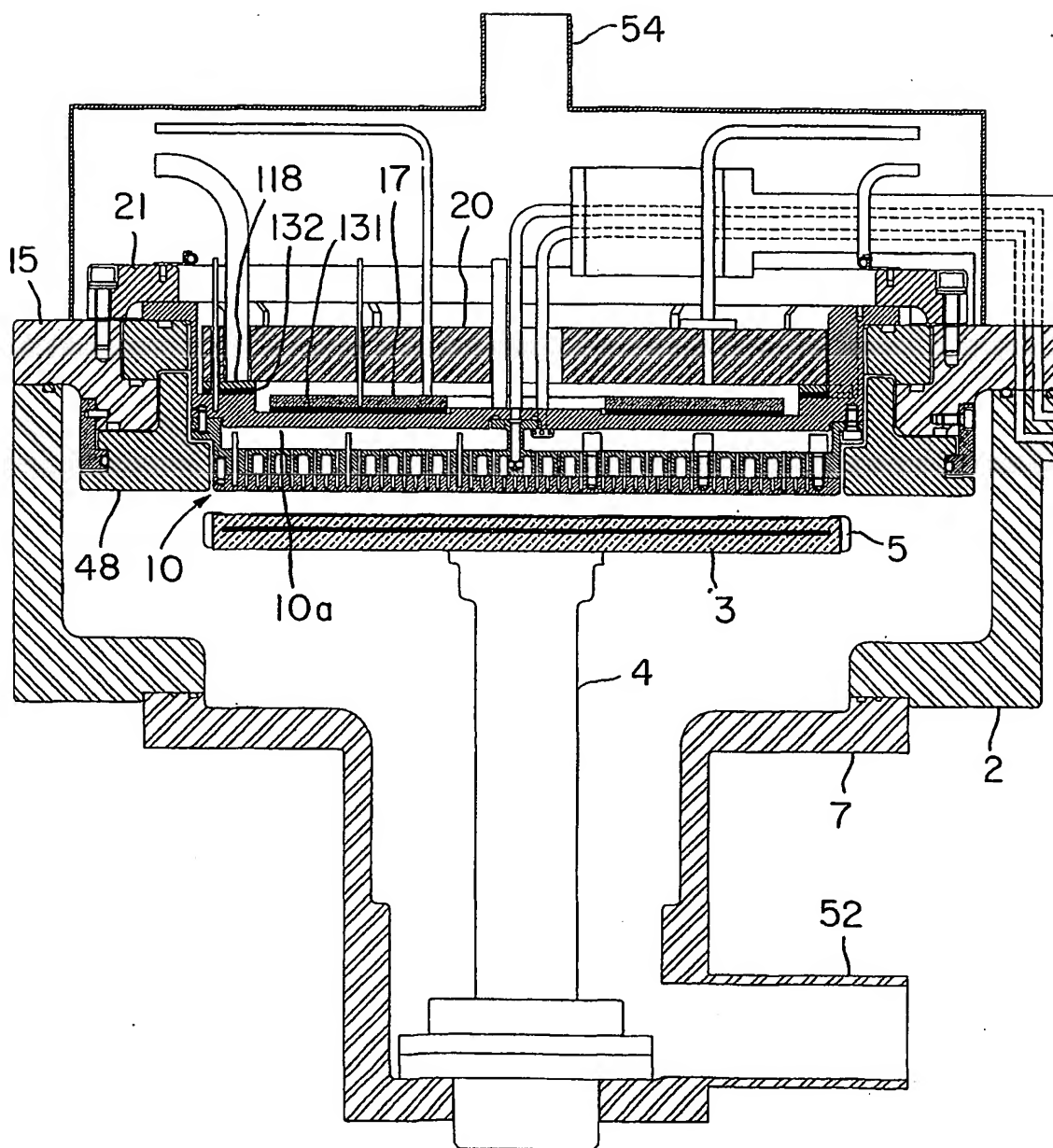


FIG. 14

15/15

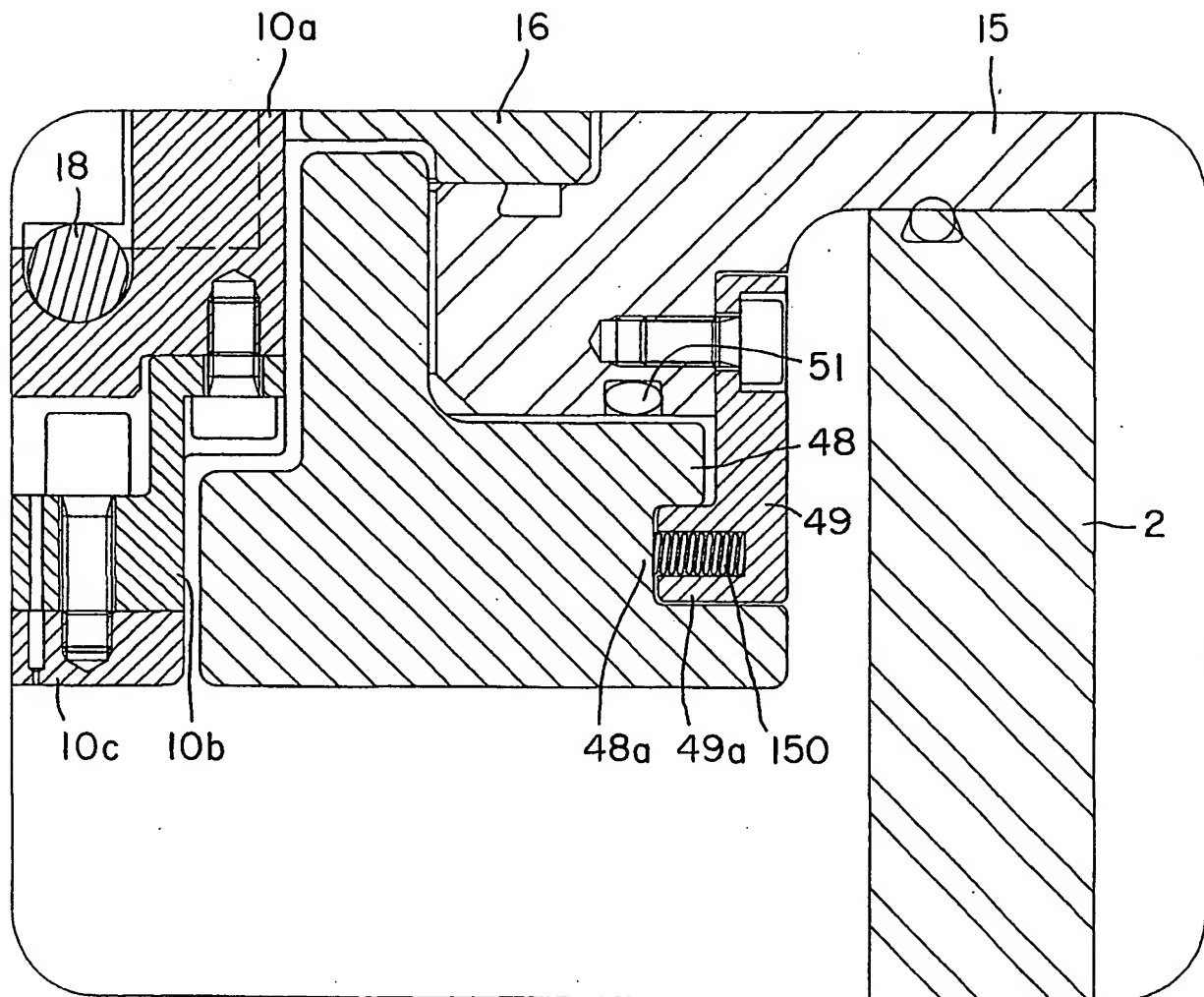


FIG. 15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/01110

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> C23C16/455, H01L21/285

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C23C16/00-56, H01L21/205, 21/285, 21/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-269199 A (Hitachi, Ltd.), 29 September, 2000 (29.09.00),	1, 2, 5, 14-16
Y	Claims; Par. Nos. [0014] to [0023], [0036], [0064]; Figs. 1 to 5	3-6, 9, 10, 14
A	& WO 00/55894 A1	7, 8, 11-13, 17-19
X	JP 9-30893 A (Hitachi Electronics Engineering Co., Ltd.),	1-4
Y	04 February, 1997 (04.02.97),	3-6, 9, 10, 14
A	Par. Nos. [0011] to [0013]; Fig. 1 (Family: none)	7, 8, 11-13, 17-19
Y	JP 9-87090 A (Toshiba Corp.), 31 March, 1997 (31.03.97), Par. Nos. [0008], [0013], [0014] (Family: none)	6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
19 April, 2002 (19.04.02)

Date of mailing of the international search report  
30 April, 2002 (30.04.02)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/01110

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-280149 A (Ebara Corp.), 20 October, 1998 (20.10.98), Par. No. [0027] & EP 849375 A2 & KR 98042608 A & US 6195504 B1	9
Y	WO 99/25895 A1 (Symetrix Corp.), 27 May, 1999 (27.05.99), Fig. 11 & EP 1032723 A1 & JP 2001-523889 A Fig. 11	10
Y	WO 99/41426 A1 (Applied Materials, Inc.), 19 August, 1999 (19.08.99), Fig. 8 & JP 2002-503765 A Fig. 8	10

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:

because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:

because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:

because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The special technical feature as set forth in Claims 1 to 15 relates to a shower head temperature control means, and the special technical feature as set forth in Claims 16 to 19 relate to the provision of a reversal mechanism. These inventions are not so technically related as to include one or more same or corresponding special technical features and, therefore, not considered to be so linked as to form a single general inventive concept.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐

No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C23C16/455、H01L21/285

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C23C16/00~56、H01L21/205、21/285、21/31

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2000-269199 A (株式会社日立製作所) 2000.09.29 特許請求の範囲、【0014】~【0023】、【0036】、【0064】、図1~5 & WO 00/55894 A1	1、2、5、14-16 3-6、9、10、14 7、8、11-13、 17-19
X Y A	JP 9-30893 A (日立電子エンジニアリング株式会社) 1997.02.04 【0011】~【0013】、図1 (ファミリーなし)	1-4 3-6、9、10、14 7、8、11-13、 17-19

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.04.02

国際調査報告の発送日

30.04.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮澤 尚之



4G

9278

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 9-87090 A (株式会社東芝) 1997.03.31 【0008】、【0013】、【0014】 (ファミリーなし)	6
Y	JP 10-280149 A (株式会社荏原製作所) 1998.10.20 【0027】 & EP 849375 A2、& KR 98042608 A、& US 6195504 B1	9
Y	WO 99/25895 A1 (SYMETRIX CORPORATION) 1999.05.27、FIG.11、 & EP 1032723 A1、& JP 2001-523889 A、図11	10
Y	WO 99/41426 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 1999.08.19、FIG.8、 & JP 2002-503765 A、図8	10

## 第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1～15の「特別な技術的特徴」は、シャワーヘッド温度制御手段に関し、請求の範囲16～19の「特別な技術的特徴」は、反転機構を有することに関するものである。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。